

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP)

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) 【公開番号】 特開平 10-253845

(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 10-253845

(43) 【公開日】 平成 10 年 (1998) 9 月 25 日

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1998 (1998) September 25 day

(54) 【発明の名称】 口径変換用高分子光導波路パターン形成方法

(54) [Title of Invention] POLYMER OPTICAL WAVEGUIDE PATTERN FORMATION METHOD FOR APERTURE CONVERSION

(51) 【国際特許分類第 6 版】

(51) [International Patent Classification 6th Edition]

G02B 6/13

G02B 6/13

6/12

6/12

【F1】

[F1]

G02B 6/12 M

G02B 6/12 M

N

N

【審査請求】 未請求

[Request for Examination] Examination not requested

【請求項の数】 10

[Number of Claims] 10

【出願形態】 OL

[Form of Application] OL

【全頁数】 12

[Number of Pages in Document] 12

(21) 【出願番号】 特願平 9-59437

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 9-59437

(22) 【出願日】 平成 9 年 (1997) 3 月 13 日

(22) [Application Date] 1997 (1997) March 13 days

(71) 【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】 000004226

[Applicant Code] 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

[Name] NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP. (NTT) (DB 69-062-6718)

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号

[Address] Tokyo Shinjuku-ku Nishishinjuku 3-19-2

(72) 【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】 都丸 暁

[Name] Tomaru dawn

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

[Address] Inside of Tokyo Shinjuku-ku Nishishinjuku 3-19-2 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT) (DB 69-062-6718)

(72) 【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】 今村 三郎

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 栗原 隆

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 疋田 真

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 19 番 2 号 日本電信電話株式会社内

(74) 【代理人】

【弁理士】

(57) 【要約】

【課題】 光部品との接続を容易に行うことを可能とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法を提供する。

【解決手段】 口径変換用高分子光導波路パターン形成方法は、光導波路を形成すべき部分に感光性物質を層状に形成する工程と、該感光性物質の所定部分に対してマスクを介して、あるいは直接に光照射を行ってパターン潜像を形成する工程と、光照射がなされなかった感光性物質の他の部分を溶媒によって除去する工程とを有し、さらにパターン潜像が形成された所定の部分を光導波路のコア部分とする光導波路パターンを形成する方法であって、感光性物質は、感光性オリゴマーおよび感光性フィルムからなる群から選択されることを特徴とする。

[Name] Imamura Saburo

[Address] Inside of Tokyo Shinjuku-ku Nishishinjuku 3-19-2 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT)
(DB 69-062-6718)

(72) [Inventor]

[Name] Kurihara Takashi

[Address] Inside of Tokyo Shinjuku-ku Nishishinjuku 3-19-2 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT)
(DB 69-062-6718)

(72) [Inventor]

[Name] Hikita truth

[Address] Inside of Tokyo Shinjuku-ku Nishishinjuku 3-19-2 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT)
(DB 69-062-6718)

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

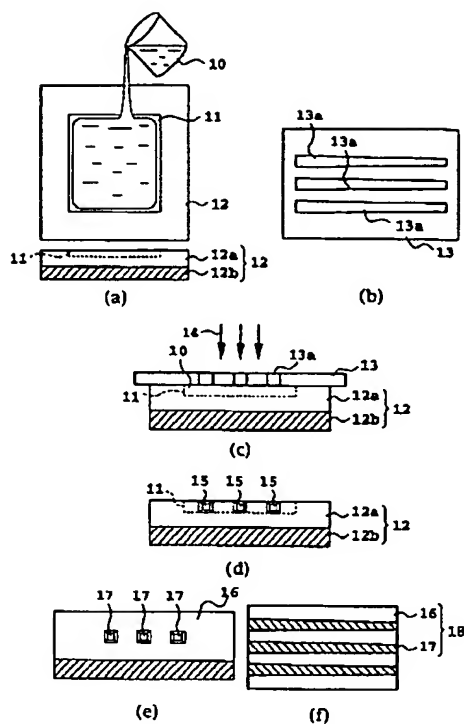
[Patent Attorney]

(57) [Abstract]

[Problem] Polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which connects with optical component and densely makes possible easily is offered.

[Means of Solution] As for polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion, step which in portion which should form optical waveguide forms photosensitive substance in layer. Through mask vis-a-vis specified part of said photosensitive substance, or doing illumination directly, step which forms pattern latent image. illumination has step which removes other portion of photosensitive substance which is not done with solvent, furthermore with method which forms optical waveguide pattern which designates specified portion where pattern latent image was formed as core portion of optical waveguide, photosensitive substance is selected densely makes feature from group which consists of photosensitive

oligomer and photosensitive film.



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路を形成すべき部分に感光性物質を層状に形成する工程と、該感光性物質の所定部分に対してマスクを介して、あるいは直接に光照射を行ってパターン潜像を形成する工程と、前記光照射がなされなかった前記感光性物質の他の部分を溶媒によって除去する工程とを有し、さらに前記パターン潜像が形成された前記所定部分を光導波路のコア部分とする光導波路パターンを形成する方法であって、

前記感光性物質は、感光性オリゴマーおよび感光性フィルムからなる群から選択されることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の方法であって、

前記光導波路を形成すべき部分に予め液貯めプールを形成し、該液貯めプールに液状となった前記感光性物質を満たす工程と、該液貯めプールの両側に溝部を形成し、かつ該溝部に光ファイバを設け、かつ前記感光性物質と前記溝部に配置された前記光ファイバとの位

[Claim(s)]

[Claim 1] Step which in portion which should form optical waveguide forms the photosensitive substance in layer. Through mask vis-a-vis specified part of said photosensitive substance, or doing illumination directly, step which forms pattern latent image. Aforementioned illumination had step which removes other portion of aforementioned photosensitive substance which is not done with solvent, furthermore with method which forms optical waveguide pattern which designates the aforementioned specified portion where aforementioned pattern latent image was formed as the core portion of optical waveguide,

Aforementioned photosensitive substance is selected from group which consists of the photosensitive oligomer and photosensitive film polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Claim 2] With method which is stated in Claim 1 ,

Step which fills up aforementioned photosensitive substance which forms the liquid accumulating pool beforehand in portion which should form the aforementioned optical waveguide, has become liquid in said liquid accumulating pool. groove is formed in

置合わせを行う工程とをさらに有し、前記コア部分と前記光ファイバとが光接続することを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の方法であって、

前記光導波路を形成すべき部分に予め液貯めプールを形成し、該液貯めプールに液状となった前記感光性物質を満たす工程と、該液貯めプールの両側に溝部を形成し、かつ該溝部に微小光学素子を設け、かつ前記感光性物質と前記溝部に配置された前記微小光学素子との位置合わせを行う工程とをさらに有し、前記コア部分と前記微小光学素子とが光接続することを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載する方法であって、

前記微小光学素子は、レーザーダイオード (LD)、発光ダイオード (LED)、および受光ダイオード (PD) からなる群から選択されることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

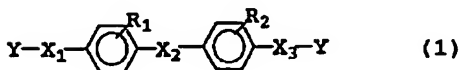
【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記感光性物質は、感光性オリゴマーと光重合開始剤とからなることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記感光性オリゴマーは、一般式 (1)

【化 1】



(式中、 R_1 、 R_2 はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフル

both sides of said liquid accumulating pool, at the same time optical fiber is provided in said groove, step which at the same time does positioning of aforementioned photosensitive substance and the aforementioned optical fiber which is arranged in aforementioned groove furthermore possesses, aforementioned core portion and aforementioned optical fiber connect light polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Claim 3] With method which is stated in Claim 1,

Step which fills up aforementioned photosensitive substance which forms the liquid accumulating pool beforehand in portion which should form the aforementioned optical waveguide, has become liquid in said liquid accumulating pool. groove is formed in both sides of said liquid accumulating pool, at the same time microoptical element is provided in said groove, step which at the same time does positioning of aforementioned photosensitive substance and the aforementioned microoptical element which is arranged in aforementioned groove furthermore possesses, aforementioned core portion and aforementioned microoptical element connect light polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Claim 4] With method which is stated in Claim 3,

Aforementioned microoptical element is selected from group which consists of the laser diode (LD), light emitting diode (LED), and incident light diode (PD) polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Claim 5] With method which is stated in any Claim of Claims 1 through 4,

Polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion where aforementioned photosensitive substance consists of photosensitive oligomer and photoinitiator and densely makes feature.

[Claim 6] With method which is stated in any Claim of Claims 1 through 5,

As for aforementioned photosensitive oligomer, General Formula (1)

[Chemical Formula 1]

(In Formula, R_1 , R_2 to show hydrogen atom, halogen atom, alkyl group, the alkoxy group or

オロメチル基を示し、 X_1 、 X_2 、 X_3 はアルキル基、アルキルエーテル基、芳香環を含んでおり、かつ少なくとも一つのOH基を含む連結基を表わし、Yは

【化2】



または

【化3】

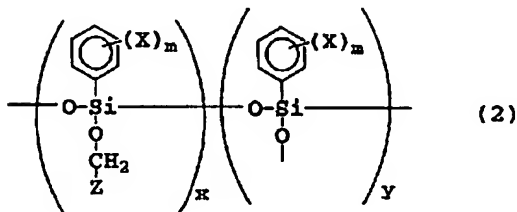


の重合活性基を示す。) で表されるエポキシ系オリゴマーであることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。!

【請求項7】 請求項1ないし5のいずれか一項に記載の方法であって、!

前記感光性オリゴマーは、一般式(2)

【化4】

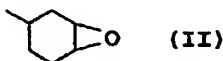


(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、mは1~4の整数を表す。Zは下記式(I)または(II)に示されるエポキシ基、

【化5】



【化6】



x 、 y は各ユニットの存在割合を示し、 y は x よりも小さく0であってもよい) で表される液状シリコーン

trifluoromethyl group in respective independence, X_1 , X_2 , X_3 to include alkyl group, alkyl ether group and aromatic ring, to display connecting group which at same time at least includes one OH group, as for Y

[Chemical Formula 2]

Or

[Chemical Formula 3]

Polymerization activity basis is shown.) With it is a epoxy oligomer which is displayed and polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Claim 7] With method which is stated in any Claim of Claims 1 through 5,

As for aforementioned photosensitive oligomer, General Formula (2)

[Chemical Formula 4]

(In Formula, X displays hydrogen atom, deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. As for Z below-mentioned Formula (I) or (II) epoxy group which is shown,

[Chemical Formula 5]

[Chemical Formula 6]

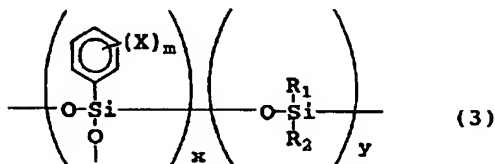
X, y shows existence fraction of each unit, y to be small in comparison with x .) With it is a

エポキシオリゴマーであることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記感光性オリゴマーは、一般式 (3)

【化 7】

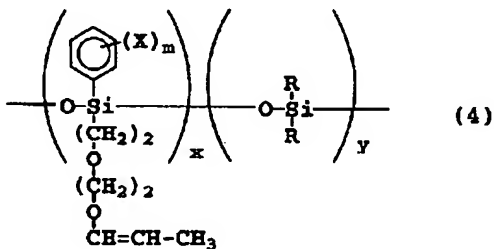


(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、mは1～4の整数を表す。x、yは各ユニットの存在割合を示し、x、yともに0であることはない。R₁、R₂は、メチル基、エチル基、イソプロピル基を表し、R₁とR₂が相等しくてもよい)で表される液状シリコンオリゴマーであることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。|

【請求項 9】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の方法であって、|

前記感光性オリゴマーは、一般式 (4)

【化 8】



(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、mは1～4の整数を表す。x、yは各ユニットの存在割合を示し、x、yともに0であることはない。Rは、メチル基、エチル基、イソプロピル基を表す)で表される液状シリコンビニルエーテルオリゴマーであることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に

liquid silicone epoxy oligomer which is displayed and polymer optical waveguide pattern formation method for apertureconversion which densely is made feature.

[Claim 8] With method which is stated in any Claim of Claims 1 through 5,

As for aforementioned photosensitive oligomer, general formula (3)

[Chemical Formula 7]

It is a liquid state silicone oligomer which is displayed with (In Formula, X displays hydrogen atom, deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. x,y shows existence fraction of each unit, both x,y are not timeswhen it is a 0. R₁, R₂, displays methyl group, ethyl group and isopropyl group, R₁ and R₂ maybe equal.) and polymer optical waveguide pattern formation method for apertureconversion which densely is made feature.

[Claim 9] With method which is stated in any Claim of Claims 1 through 5,

As for aforementioned photosensitive oligomer, general formula (4)

[Chemical Formula 8]

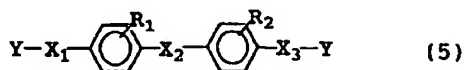
It is a liquid silicone vinyl ether oligomer which is displayed with (In Formula, X displays hydrogen atom, deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. x,y shows existence fraction of each unit, both x,y are not timeswhen it is a 0. R, displays methyl group, ethyl group and isopropyl group.) and polymer optical waveguide pattern formation method for apertureconversion which densely is made feature.

[Claim 10] With method which is stated in any Claim

記載の方法であって、

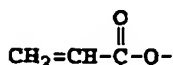
前記感光性オリゴマーは、一般式 (5)

【化 9】



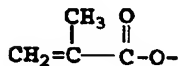
(式中、 R_1 、 R_2 はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を示し、 X_1 、 X_2 、 X_3 はアルキル基、アルキルエーテル基、芳香環を含んでおり連結基を表わし、 Y は

【化 10】



または

【化 11】



の重合活性基を示す。) で表されるアクリル系オリゴマーであることを特徴とする口径変換用高分子光導波路パターン形成方法。|

【発明の詳細な説明】 |

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般光学分野、微小光学分野、光通信分野、および光情報分野等で用いられる種々の光導波路、光集積回路、光配線板等に利用可能で、かつ高分子材料を用いた光導波路の製造方法に関するものであり、特に量産性に優れ、かつ光部品との接続が容易に行われる口径変換用高分子光導波路パターン形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、高分子材料はスピンコート法やディップ法等による薄膜形成が容易であり、かつ大面積の光導波路を作製するのに適していることが知

of Claims 1 through 5,

As for aforementioned photosensitive oligomer, general formula (5)

[Chemical Formula 9]

(In Formula, R_1 , R_2 to show hydrogen atom, halo gen atom, alkyl group, the alkoxy group or trifluoromethyl group in respective independence, X_1 , X_2 , X_3 to include alkyl group, alkyl ether group and aromatic ring and display connecting group, asfor Y

[Chemical Formula 10]

Or

[Chemical Formula 11]

Polymerization activity basis is shown.) With it is a acrylic oligomer which is displayed and polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which densely is made feature.

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention] As for this invention, general optics field, minute optics field, with useable, being something regarding manufacturing method of optical waveguide which at sametime uses polymeric material in various optical waveguide, optical integrated circuit and optical circuitry sheet etc which are used with optical communication field, and optical information field etc, it is superior in the especially mass productivity, it regards polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion where at the same time connection with optical component is done easily.

[0002]

[Prior Art] Past compared to, polymeric material is suitable being easy thin film formation with such as spin coating method and dip method, in order at same time to

られている。また、このような高分子材料を用いた光導波路の製造方法は、成膜に際して高温での熱処理工程を含まないことから、石英等の無機ガラス材料を用いる場合に比べて、半導体基板やプラスチック基板等、高温での熱処理が困難な基板上に光導波路を作製できるという利点がある。さらに、高分子の持つ特性、例えば柔軟性や強靱性を活かしたフレキシブルな光導波路の作製も可能である。こうしたことから、光通信の分野で用いられる光集積回路や、光情報処理の分野で用いられる光配線板等の光導波路部品を、高分子光学材料を用いて大量・安価に製造することが期待されている。

【0003】従来、高分子光学材料は、耐熱性または耐湿性といった耐環境性の点で問題があるとされてきた。しかし、近年、ベンゼン環などの芳香族基を含ませることによって、あるいは無機高分子を用いることによって耐熱性を向上させた材料が報告されている（例えば、特開平3-43423号公報）。また、高分子材料は上記のように薄膜形成や熱処理工程などに特徴をもち、耐熱性や耐湿性といった問題点も改善されつつある。

【0004】既知の高分子導波路作製方法としては、以下のような方法が知られている。すなわち、高分子の中にモノマーを含ませ、光照射によりモノマーと反応させ非照射部分との屈折率差を作るフォトリソグラフィあるいは選択光重合法（黒川ら、アプライドオプティクス17巻646ページ、1978年）、リソグラフィやエッチングなど半導体加工に用いる方法の適用（今村ら、エレクトロニクスレーサー、27巻1342ページ、1991年）、および感光性高分子あるいはレジストを用いた方法（トレウエラら、SPIE1177巻397ページ、1989年）等である。これらの方法のなかで、もっとも簡易性が高く、量産性にも優れている方法はトレウエラの方法（感光性高分子またはレジストを用いる方法）である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の方法では、感光性材料として高分子からなる材料を用いているため、特に厚膜におけるパタン信頼性が低いという解決すべき課題や、また透明性に対して配慮されていないため導波路損失も高いという解決すべき課題を有していた。したがって、当該材料を用いて作製

produce optical waveguide of the large surface area, it is known densely. In addition, manufacturing method of optical waveguide which uses this kind of polymeric material when from fact that thermal processing step with high temperature is not included in case of the film formation, quartz or other inorganic glass material is used comparing, is a benefit that can produce the optical waveguide, on substrate where thermal processing with high temperature is difficult such as semiconductor substrate and plastic substrate. Furthermore, also production of flexible optical waveguide which utilizes characteristic, for example flexibility and strength which polymer has is possible. From such thing, optical integrated circuit which is used with field of optical communication and it produces it is expected to large scale * inexpensive densely optical circuitry sheet or other optical waveguide part which is used with field of optical computing, making use of polymer optical material.

[0003] Until recently, polymer optical material assumed that there is a problem in point of environmental resistance such as heat resistance or moisture resistance. But, recently, by fact that benzene ring or other aromatic group is made to include, or the material which improves has been reported heat resistance by fact that the inorganic polymer is used, (for example Japan Unexamined Patent Publication Hei 3-43423 disclosure). In addition, polymeric material as description above has feature in thin film formation and heat treatment step etc, heat resistance and moisture resistance also problem which is solved is being improved.

[0004] As known polymer waveguide preparation method, like below method is known. photo rocking or selective photopolymerization method which makes monomer include in the namely, polymer, reacting with monomer with illumination, makes refractive index difference of the unirradiated portion (Kurokawa and others, Applied optics Vol.71 646 page and 1978), application of method which is used for semiconductor processings such as lithography and etching (Imamura and others, electronics letter, Vol.27 1342 page and 1991), and it is a method (pick-up ウエラ and others, SPIE11 Vol.77 397 page and 1989) etc which uses the photosensitive polymer or resist. method where in these method, simplicity is highest, is superior even in mass productivity is method (photosensitive polymer or resist is used method) of pick-up ウエラ.

[0005]

[Problems to be Solved by the Invention] But, with above-mentioned conventional method, because material which consists of polymer as photosensitive material is used, because it is not considered vis-a-vis problem to be solved and in addition transparency that pattern reliability in the especially thick film is low, it had possessed

された光部品等は、実用性において不十分な面を有している。また耐熱性を上げるためベンゼン環などの芳香族基を含む材料は複屈折が大きいという別の解決すべき課題も有している。すなわち、そのような材料を用いて高分子薄膜を形成した場合、薄膜内で分子鎖特にベンゼン環などの芳香族基が配光して光学的異方性を発現する。このため、当該材料を用いて作製された光導波路等は偏波依存性を有しており、入射光の強度が一定であったとしても偏波面の変動によりその出力特性が変動してしまうために、特にシングルモード系の導波路として実際に用いる場合に問題となる。このような偏波依存性を解消するためには、偏光子等と組み合わせる用いることが必要となり、その結果光デバイスの構成がかなり複雑なものとなるので、実用上好ましくない。

【0006】また光デバイスを実用に供する上で、その経済性が重要となるけれども、一般に光導波路と、光ファイバ、発光素子、あるいは受光素子とを接続することがコストの主要因になっている。なぜなら、これまでの接続は相互に大きく異なるモードフィールドの形状寸法を整合させるためにレンズ系を接続部品間に挿入し、それぞれの光軸が一致するようこれらを微動調心し、固定する必要がある。しかしこの場合、レンズ系が必要で組立作業が煩雑であり、材料費・加工費とも高価となる。また導波路加工によりモードフィールドの形状寸法を合わせようとの試みもなされているが、横方向の制御は可能でも厚さ方向の制御が非常に困難であった。

【0007】しかし、本発明はこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、上記課題を解決し、簡易なパターン形成能とまた耐熱性および耐湿性に優れ、複屈折が小さく、加工性に優れた感光性オリゴマー、感光性フィルム、液状感光性オリゴマーを用いることを特徴とする簡易で量産性に優れた光部品との接続が容易に行われる口径変換用高分子光導波路パターン形成方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明にもとづく口径変換用高分子光導波路パ

problem to be solved that also waveguide loss is high. Therefore, making use of this said material, optical component etc which is produced has had insufficient aspect in practicality. In addition in order to increase heat resistance, material which includes the benzene ring or other aromatic group has had also another problem to be solved that birefringence is large. When polymer thin film was formed making use of that kind of material of the namely, molecular chain especially benzene ring or other aromatic group light distribution doing inside the thin film, optical anisotropy is revealed. Because of this, optical waveguide etc which is produced making use of the this said material had had polarization dependency, assuming, that strength of incident light was fixed, when because output characteristic fluctuates with fluctuation of the polarization aspect, it uses actually as waveguide of especially single mode type it becomes problem. In order to cancel this kind of polarization dependency, it uses combining with the polarizer etc to become necessary densely, because constitution of the result optical device considerably becomes complex ones, in regard to utility it is not desirable.

[0006] In addition when offering optical device to utility, however economy becomes important, optical waveguide and optical fiber, luminescent element or photodetector are connected have become generally densely main factor of cost. Because, former connection to insert lens system between connector items in order to adjust shape dimension of mode field which differs mutually largely, in order for respective optical axis to agree, it is necessary the fine motion to align these, to lock. But in this case, lens system being necessary, assembly work being troublesome, also material consumption * fabrication cost becomes expensive. In addition that shape dimension of mode field will be adjusted with waveguide processing, also attempt has done, but, as for control of transverse direction being a possibility, control of thickness direction was very difficult.

[0007] But, As for this invention considering to this kind of present state, something which it is possible being, object solves above-mentioned problem, simple pattern-forming ability and is superior in heat resistance and moisture resistance, being simple uses photosensitive oligomer, the photosensitive film and liquid state photosensitive oligomer to which birefringence is small, is superior in the fabricability and densely makes feature, it is superior in mass productivity and it is to offer polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion where connection with the optical component is done easily.

[0008]

[Means to Solve the Problems] In order to solve above-mentioned problem, as for polymer optical waveguide

ターン形成方法は、光導波路を形成すべき部分に感光性物質を層状に形成する工程と、該感光性物質の所定部分に対してマスクを介して、あるいは直接に光照射を行ってパターン潜像を形成する工程と、前記光照射がなされなかった前記感光性物質の他の部分を溶媒によって除去する工程とを有し、さらに前記パターン潜像が形成された前記所定の部分を光導波路のコア部分とする光導波路パターンを形成する方法であって、前記感光性物質は、感光性オリゴマーおよび感光性フィルムからなる群から選択されることを特徴とする。

【0009】また、上記口径変換用高分子光導波路パターン形成方法は、さらに、前記光導波路を形成すべき部分に予め液貯めプールを形成し、該液貯めプールに液状となった前記感光性物質を満たす工程と、該液貯めプールの両側に溝部を形成し、かつ該溝部に光ファイバを設け、かつ前記感光性物質と前記溝部に配置された前記光ファイバとの位置合わせを行う工程とを有するものであってもよく、この際、前記コア部分と前記光ファイバとが光接続する。

【0010】また、別の実施形態として、上記口径変換用高分子光導波路パターン形成方法は、さらに、前記光導波路を形成すべき部分に予め液貯めプールを形成し、該液貯めプールに液状となった前記感光性物質を満たす工程と、該液貯めプールの両側に溝部を形成し、かつ該溝部に微小光学素子を設け、かつ前記感光性物質と前記溝部に配置された前記微小光学素子との位置合わせを行う工程とを有するものであってもよく、この際、前記コア部分と前記微小光学素子とが光接続する。好ましくは、微小光学素子は、レーザーダイオード（LD）、発光ダイオード（LED）、および受光ダイオード（PD）からなる群から選択される。

【0011】好ましくは、前記感光性物質は、感光性オリゴマーと光重合開始剤とからなる。

pattern formation method for aperture conversion which is based on this invention, step which in the portion which should form optical waveguide forms photosensitive substance in layer. Through mask vis-a-vis specified part of said photosensitive substance, or doing illumination directly, step which forms pattern latent image. Aforementioned illumination has step which removes other portion of aforementioned photosensitive substance which is not done with solvent, furthermore with method which forms optical waveguide pattern which designates the aforementioned specified portion where aforementioned pattern latent image was formed as the core portion of optical waveguide, aforementioned photosensitive substance is selected densely makes feature from group which consists of photosensitive oligomer and photosensitive film.

[0009] In addition, step which fills up aforementioned photosensitive substance where the polymer optical waveguide pattern formation method for above-mentioned aperture conversion furthermore, forms the liquid accumulating pool beforehand in portion which should form the aforementioned optical waveguide, has become liquid in said liquid accumulating pool. It forms groove in both sides of said liquid accumulating pool, at the same time provides optical fiber in said groove, it is possible to be something which possesses step which at same time does the positioning of aforementioned photosensitive substance and aforementioned optical fiber which is arranged in aforementioned groove, in this case, the aforementioned core portion and aforementioned optical fiber connect light.

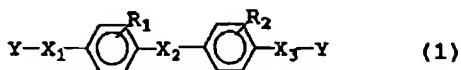
[0010] In addition, step which fills up aforementioned photosensitive substance where the polymer optical waveguide pattern formation method for above-mentioned aperture conversion furthermore, forms the liquid accumulating pool beforehand in portion which should form the aforementioned optical waveguide as another embodiment, has become liquid in the said liquid accumulating pool. It forms groove in both sides of said liquid accumulating pool, at the same time provides microoptical element in said groove, it is possible to be something which possesses step which at same time does the positioning of aforementioned photosensitive substance and aforementioned microoptical element which is arranged in aforementioned groove, in this case, the aforementioned core portion and aforementioned microoptical element connect light. preferably and microoptical element are selected from group which consists of the laser diode (LD), light emitting diode (LED), and incident light diode (PD).

[0011] Preferably and aforementioned photosensitive substance consist of photosensitive oligomer and

【0012】さらに、好ましくは、前記感光性オリゴマーは、以下の化合物のいずれかであってもよい。すなわち、一般式(1)

【0013】

【化12】



【0014】(式中、 R_1 、 R_2 はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を示し、 X_1 、 X_2 、 X_3 はアルキル基、アルキルエーテル基、芳香環を含んでおり、かつ少なくとも一個のOH基を含む連結基を表し、Yは

【0015】

【化13】



【0016】または

【0017】

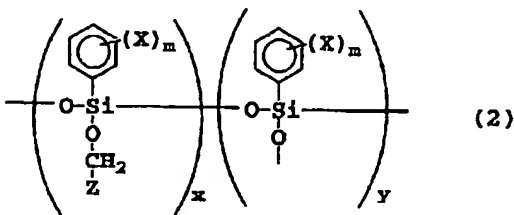
【化14】



【0018】の重合活性基を示す。)で表されるエポキシ系オリゴマー；一般式(2)

【0019】

【化15】



【0020】(式中、Xは水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、mは1～4の整数を表す。Zは下記式(1)または(II)に示されるエポキシ基、I

the photoinitiator.

[0012] Furthermore, preferably and aforementioned photoreactive oligomer are good even with the any of compound below. namely, General Formula (1)

[0013]

[Chemical Formula 12]

[0014] (In Formula, R_1 , R_2 to show hydrogen atom, halogen atom, alkyl group, the alkoxy group or trifluoromethyl group in respective independence, X_1 , X_2 , X_3 to include alkyl group, alkyl ether group and aromatic ring, to display connecting group which at same time at least includes one OH group, as for Y

[0015]

[Chemical Formula 13]

[0016] Or

[0017]

[Chemical Formula 14]

[0018] Polymerization activity basis is shown.) With epoxy oligomer which is displayed; General Formula (2)

[0019]

[Chemical Formula 15]

[0020] (In Formula, X displays hydrogen atom, deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. As for Z below-mentioned Formula (I) or (II) epoxy group which is

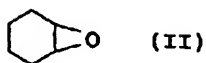
【0021】

【化16】



【0022】

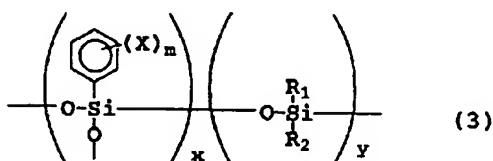
【化17】



【0023】 x , y は各ユニットの存在割合を示し、 y は x よりも小さく 0 であってもよい) で表される液状シリコンエポキシオリゴマー; 一般式 (3)

【0024】

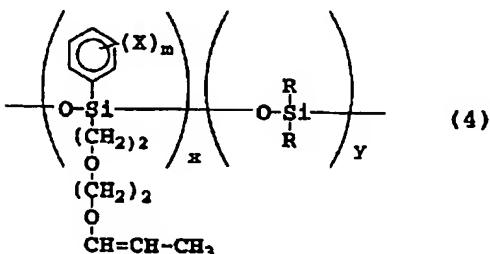
【化18】



【0025】 (式中、 X は水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、 m は 1~4 の整数を表す。 x , y は各ユニットの存在割合を示し、 x , y とともに 0 であることはない。 R_1 , R_2 は、メチル基、エチル基、イソプロピル基を表し、 R_1 と R_2 が相等しくてもよい) で表される液状シリコンオリゴマー; 一般式 (4)

【0026】

【化19】



【0027】 (式中、 X は水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表し、 m は

shown,

[0021]

[Chemical Formula 16]

[0022]

[Chemical Formula 17]

[0023] X, y shows existence fraction of each unit, y to be small is good even with 0 in comparison with x .) With liquid silicone epoxy oligomer which is displayed; general formula (3)

[0024]

[Chemical Formula 18]

[0025] Liquid state silicone oligomer which is displayed with (In Formula, X displays hydrogen atom, deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. x, y shows existence fraction of each unit, both x, y are not times when it is a 0. R_1, R_2 , displays methyl group, ethyl group and isopropyl group, R_1 and R_2 maybe equal.); general formula (4)

[0026]

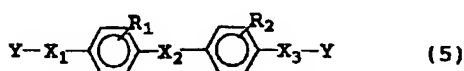
[Chemical Formula 19]

[0027] Liquid silicone vinyl ether oligomer which is displayed with (In Formula, X displays hydrogen atom,

1～4の整数を表す。x、yは各ユニットの存在割合を示し、x、yともに0であることはない。Rは、メチル基、エチル基、イソプロピル基を表す)で表される液状シリコンビニルエーテルオリゴマー;あるいは、一般式(5)

[0028]

[化20]



[0029] (式中、 R_1 、 R_2 はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基またはトリフルオロメチル基を示し、 X_1 、 X_2 、 X_3 はアルキル基、アルキルエーテル基、芳香環を含んでおり連結基を表わし、Yは)

[0030]

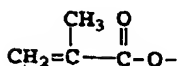
[化21]



[0031] または

[0032]

[化22]



[0033] の重合活性基を示す。)で表されるアクリル系オリゴマーである。]

[0034] 本発明者らは、これらの感光性材料が、簡易なパタン形成能を持ち、また耐熱性および耐湿性に優れ、複屈折が小さく、光部品との接続が行われる口径変換用高分子光導波路パターンを形成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0035] すなわち、本発明では、LSI加工等で用いられているネガ型レジストと同様に光照射により膜を硬化し適当な溶媒で現像することにより急峻で滑らかな壁面を持つ導波路パターンを形成できた。さらに照射量あるいは深さを制御した液貯めプールを形成することにより厚さ方向の制御が可能となった。また従来の高分子が厚膜形成・導波路加工が非常に困難であるのに対し、厚膜で容易に導波路加工が可能であり、また従来の芳香族含有高分子光学材料が薄膜を形成する際に分子鎖が配光するために大きな複屈折を有し

deuterium atom, halogen atom, the alkyl group and alkoxy group, m displays integer of 1 to 4. x,y shows existence fraction of each unit, both x,y are not times when it is a 0. R, displays methyl group, ethyl group and isopropyl group.); or, general formula (5)

[0028]

[Chemical Formula 20]

[0029] (In Formula, R_1 , R_2 to show hydrogen atom, halogen atom, alkyl group, the alkoxy group or trifluoromethyl group in respective independence, X_1 , X_2 , X_3 to include alkyl group, alkyl ether group and aromatic ring and display connecting group, as for Y

[0030]

[Chemical Formula 21]

[0031] Or

[0032]

[Chemical Formula 22]

[0033] Polymerization activity basis is shown.) With it is a acrylic oligomer which is displayed.

[0034] As for these inventors, these photosensitive material, in addition are superior in heat resistance and moisture resistance with simple patterning talent, birefringence is small, polymer optical waveguide pattern for aperture conversion where connection with optical component is done easily can be formed densely discovering, this invention it reached to completion.

[0035] With namely, this invention, in same way as negative type resist which is used with LSI processing etc membrane could be hardened with illumination and the waveguide pattern which has smooth wall surface with steep by developing with suitable solvent could be formed. Furthermore control of thickness direction became possible by forming liquid accumulating pool which controls irradiation dose or depth. In addition conventional polymer to thick film formation * waveguide processing being very difficult to confront,

ていたのに対して、複屈折を 1×10^{-3} 以下に低減し、当該材料を用いて作製した光導波路の偏波依存性を許容値以下に低減することを可能にした。該光学材料は、重合度の調整により、薄膜の形成肯定に対応した適当な粘性を得ることができる。

【0036】以下、本発明の内容をさらに詳細に説明する。

【0037】本発明のエポキシ系オリゴマー材料の高分子化は、一般式で表される成分中に含まれる反応基間の光による反応によって重合することで行われる。反応を効率よく十分に起こさせるためには光重合開始剤を添加することが望ましい。光重合開始剤としては一般に光重合開始剤として用いられているものであればよく、ジフェニルトリケトンベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾフェノン、アセトフェノン、ジアセチル等のカルボニル化合物や過酸化ベンゾイルなどの過酸化物、アゾビスイソブチロニトリルなどのアゾ化合物が代表的なものとして挙げられる。

【0038】また本発明のシリコン系オリゴマー材料の高分子化は感光剤とオリゴマーの反応による。感光剤としてはアジドピレンなどのアジド化合物、4,4'-ジアジドベンザルアセトン、2,6-ジ(4'-アジドベンザル)シクロヘキサノ、2,6-ジ(4'-アジドベンザル)-4-メチルシクロヘキサノなどのビスアジド化合物、ジアゾ化合物が代表的なものである。

【0039】本発明に従って、前記した感光性フィルム、感光性オリゴマー材料を用いて光導波路を作製する場合、その工程は以下に行うことができる。すなわち、感光性フィルム、オリゴマーを基板あるいはクラッド上に塗布あるいは液貯めに入れ、位置合わせしてマスクを通してあるいは直接光照射し、照射していない部分を溶媒で溶解除去することにより導波路パターンを形成する。こうして作製された光導波路は、耐溶剤性に優れ、また用いた材料の複屈折が小さいために偏波依存性が小さく、かつ低導波損失で、耐熱性、耐湿性に優れている。

【0040】

【発明の実施の形態】本発明にもとづく口径変換用高

Being easily waveguide processing possible with thick film, in addition when conventional aromatic-containing polymer optical material forms thin film, it decreased birefringence in 1×10^{-3} or less the molecular chain vis-a-vis having possessed birefringence which in order the light distribution to do is large, polarization dependency of optical waveguide which is produced making use of this said material below permissible value it is decreased densely it made possible. said optical material can acquire suitable viscosity which corresponds to formation affirmative of thin film with adjustment of degree of polymerization.

[0036] Below, content of this invention is explained further in detail.

[0037] Polymerization of epoxy oligomer material of this invention is done by fact that with light between reacted group which is included in component which is displayed with General Formula you polymerize with reaction. In order to cause reaction efficiently in fully, photoinitiator is added densely is desirable. As photoinitiator generally if something which is used as photoinitiator it should have been, biphenyl triketone benzoin, benzoin methyl ether, benzophenone, acetophenone, the diacetyl or other carbonyl compound and benzoyl peroxide or other peroxide and azobisisobutyronitrile or other azo compound making representative ones, it is listed.

[0038] In addition as for polymerization of silicone type oligomer material of this invention with reaction of photosensitizer and oligomer. azido pyrene or other azide compound, 4,4'-di azido benzal acetone and 2,6-di-(4'-azido benzal) cyclohexano, 2,6-di-(4'-azido benzal)-4-methyl cyclohexanone or other bisazide compound, diazo compound is representative ones as photosensitizer.

[0039] Following to this invention, when it produces optical waveguide before making use of photosensitive film and photosensitive oligomer material which you inscribed, like below it does, the step it is possible densely. You insert namely, photosensitive film and oligomer in coating fabric or liquid accumulating on substrate or cladding, alignment do and or illumination you do directly through mask, you form waveguide pattern portion which is not irradiated by dissolution and removal doing with solvent. In this way, optical waveguide which is produced is superior in solvent resistance, the polarization dependency is small because birefringence of material which in addition is used is small, at same time in low wave conduction loss, is superior in the heat resistance and moisture resistance.

[0040]

[Embodiment of Invention] Working Example of poly

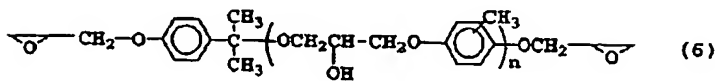
分子光導波路パターン形成方法の実施例を以下詳細に説明する。もちろん、本発明はこれら実施形態例に限定されるものではなく、本発明の思想およびその範囲内において種々の変形例や他の実施形態例が可能であることは当業者ならば容易に理解できよう。

【0041】<実施例1>口径変換用高分子光導波路パターンを以下のようにして形成した。

【0042】まずはじめに、以下に示した構造式(6)を有する液状のエポキシオリゴマーと光重合開始剤2重量%を調整した溶液10を準備した。

【0043】

【化23】



【0044】(式中nは1、2または3)

つぎに、図1(a)に示すように、深さ63 μ m \times 幅50mm \times 長さ50mmの液貯め11を有する厚さ100 μ mのエポキシ樹脂12aが基板12b上に形成されたプラットフォーム12を用意した。このエポキシ樹脂12aの屈折率は波長0.85 μ mで1.52であった。つづいて、プラットフォーム12の液貯め11に上記溶液10を注入した。

【0045】溶液10の注入後、図1(b)に示すように、リッジに対応するパターンからなる複数の光導波路パターン13aを有するマスク13を介して紫外線(UV光)14をプラットフォーム12上に照射した(図1(c))。この際マスク13に形成された各光導波路パターン13aの幅は長手方向に沿った一端部が52 μ mであり、他端部が60 μ mとなっている。したがって、各光導波路パターン13aの幅は長手方向に沿って連続的に変化している。上記UV光14の照射量も各光導波路パターン13aの幅の変化に応じて、上記一端部に対する1700mJ/cm²から上記他端部に対する2000mJ/cm²まで連続的に変化させた。

【0046】UV光の照射後、試料をイソプロパノール溶液を用いて現像した。その結果、マスク13の光導波路パターン13aに従い、光照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図1(d)に示すような形状のリッジ・パターン15が作製できた。硬化後の

r optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on the invention is explained below in detail. Of course, this invention is not something which is limited in these embodiment, if fact that various modified example and other embodiment are possible in the idea of this invention and inside its range is person skilled in the art, you can understand easily.

[0041] <Working Example 1> It formed polymer optical waveguide pattern for aperture conversion like below.

[0042] First in beginning, epoxy oligomer of liquid state which possesses structural formula (6) which is shown below and solution 10 which adjusted photoinitiator 2 wt% were prepared.

[0043]

[Chemical Formula 23]

[0044] (As for n in Formula 1, 2 or 3)

As next, shown in Figure 1 (a), platform 12 where epoxy resin 12a of thickness 100 μ m which possesses liquid accumulating 11 of depth 63 μ m X width 50 mm X length 50 mm was formed on substrate 12b was prepared. index of refraction of this epoxy resin 12a was 1.52 with wavelength 0.85 μ m. Continuing, it filled above-mentioned solution 10 to liquid accumulating 11 of platform 12.

[0045] As after filling solution 10, shown in Figure 1 (b), through mask 13 which possesses optical waveguide pattern 13a of plural which consists of pattern which corresponds to ridge ultraviolet light (UV light) 14 was irradiated on platform 12 (Figure 1 (c)). In this case as for width of each optical waveguide pattern 13a which was formed to the mask 13 one end which parallels to longitudinal direction being 52 μ m, the other end has become 60 μ m. Therefore, as for width of each optical waveguide pattern 13a it has changed in continuous along side longitudinal direction. irradiation dose of above-mentioned UV light 14 according to change of the width of each optical waveguide pattern 13a, to 2000 mJ/cm² from 1700 mJ/cm² for the above-mentioned one end for above-mentioned other end it changed in the continuous.

[0046] After irradiating UV light, sample was developed making use of the isopropanol solution. As a result, only photoirradiated part epoxy oligomer of liquid could harden in accordance with optical waveguide pattern 13a of mask 13, could produce ridge * pattern 15 of the kind

屈折率は波長 $0.85\mu\text{m}$ で 1.535 であった。その後、このリッジ・パターン15上に光硬化時の屈折率が波長 $0.85\mu\text{m}$ で 1.52 になるように調整されたエポキシ樹脂をさらに塗布して硬化させ、光導波路を作製した。

【0047】このような操作によって、屈折率 1.52 のエポキシ樹脂からなるクラッド16と、 1.535 の屈折率のコアの幅が長手方向に沿って $52\mu\text{m}$ から $60\mu\text{m}$ まで連続的に変化したコア17とを有するマルチモードチャンネル光導波路18が得られた(図1(e)および(f)参照)。

【0048】このマルチモードチャンネル光導波路18をダイシングソーによって一辺が 5cm の長さとなるように切り出し、さらに径 $50\mu\text{m}$ と径 $62.5\mu\text{m}$ のGIファイバを用いて挿入損失を測定したところ、波長 $0.85\mu\text{m}$ で 1dB 以下、 $1.3\mu\text{m}$ で 1.5dB 以下、波長 $1.55\mu\text{m}$ で 3.0dB 以下であった。その時のファイバとの結合損失は 0.1dB 以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長 $1.3\mu\text{m}$ でも波長 $1.55\mu\text{m}$ でも 0.1dB 以下であった。さらに、この光導波路の損失は $75^\circ\text{C}/90\%\text{RH}$ の条件下においても1箇月以上変動しなかった。

【0049】<実施例2>図2は、本実施例による光導波路パターンの形成方法の各工程を説明するためのものである。

【0050】まず、図2(a)に示すように、基板22b上に厚さが $100\mu\text{m}$ で、かつ液貯め21が形成されたエポキシ樹脂22aからなるプラットフォーム22aを設けた。このエポキシ樹脂の屈折率は波長 $0.85\mu\text{m}$ で 1.52 であった。また、液貯め21は、寸法が幅 50mm ×長さ 50mm であり、またその深さは一端から他端に向けて連続的に変化するものとした(すなわち、一端側を $52\mu\text{m}$ とし、他端側を $60\mu\text{m}$ とする)。また、この深さの勾配が形成される方向に沿って、上記液貯め21の両側に位置するプラットフォーム22a上にV字状または矩形の溝部22cを形成し、該溝部22cにGI光ファイバ(径 $62.5\mu\text{m}$)23およびGI光ファイバ(径 $50\mu\text{m}$)24をそれぞれ配置する。光ファイバ23と光ファイバ24とは液貯め21を挟んで互に対向する。

【0051】つぎに、液貯め11に実施例1で調製したものと同一組成の溶液10を注入した(図2(a)参照)。

【0052】溶液10の注入後、図2(b)に示すよ

of shape which is shown in Figure 1 (d). index of refraction after hardening was 1.535 with wavelength $0.85\mu\text{m}$. after that, index of refraction at time of photocuring being the wavelength $0.85\mu\text{m}$ on this ridge * pattern 15, in order to become 1.52 , furthermore the coating fabric doing epoxy resin which was adjusted, hardening, it produced optical waveguide.

【0047】 With this kind of operation, width of core of index of refraction of the cladding 16 and 1.535 which consist of epoxy resin of index of refraction 1.52 the multiple modes channel optical waveguide 18 which possesses core 17 which changes in continuous acquired from $52\mu\text{m}$ to $60\mu\text{m}$ alongside longitudinal direction (Figure 1 (e) and (f) reference).

【0048】 This multiple modes channel optical waveguide 18 was cut in order for one edge to become length of the 5cm with dicing saw, when insertion loss was measured furthermore making use of GI fiber of diameter $50\mu\text{m}$ and diameter $62.5\mu\text{m}$, with the wavelength $0.85\mu\text{m}$ with 1dB or less and $1.3\mu\text{m}$ it was a 3.0dB or less with 1.5dB or less and wavelength $1.55\mu\text{m}$. bonding loss of fiber of that time was 0.1dB or less. In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength $1.3\mu\text{m}$ and was 0.1dB or less with wavelength $1.55\mu\text{m}$. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of $75^\circ\text{C}/90\%\text{RH}$.

【0049】 <Working Example 2> Figure 2 is something in order to explain each step of formation method of the optical waveguide pattern with this working example.

【0050】 First, as shown in Figure 2(a), thickness being $100\mu\text{m}$ on substrate 22b, the platform 22a which consists of epoxy resin 22a where at same time liquid accumulating 21 was formed was provided. index of refraction of this epoxy resin was 1.52 with wavelength $0.85\mu\text{m}$. In addition, as for liquid accumulating 21, dimension being the width 50mm X length 50mm , in addition as for depth (namely, one side is designated as $52\mu\text{m}$, other side is designated as the $60\mu\text{m}$) change in continuous from one end destined for other end. In addition, groove 22c of V-shape or rectangle is formed on the platform 22a which is position of both sides of above-mentioned liquid accumulating 21 alongside direction where gradient of this depth is formed, GI optical fiber (Diameter $62.5\mu\text{m}$) 23 and GI optical fiber (Diameter $50\mu\text{m}$) 24 are arranged respectively in said groove 22c. optical fiber 23 and optical fiber 24 putting between liquid accumulating 21, it opposes mutually.

【0051】 Next, solution 10 of thing and same composition which in liquid accumulating 11 are manufactured with Working Example 1 was filled (Figure 2(a) reference).

【0052】 As after filling solution 10, shown in Figure 2(b),

うに、リッジに対応するパターンからなる複数の光導波路パターン25aを有するマスク25を介して紫外線(UV光)26をプラットフォーム22上に照射した(図2(c))。この際マスク25に形成された各光導波路パターン25aの幅は長手方向に沿った一端部が52 μm であり、他端部が60 μm となっている。したがって、各光導波路パターン25aの幅は、深さの変化とともに長手方向に沿って連続的に変化している。上記UV光26の照射量は、光導波路パターン25aに対して均一に2000 mJ/cm^2 とした。

【0053】UV光の照射後、試料をイソプロパノール溶液を用いて現像した。その結果、マスク25の光導波路パターン25aに従い、照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図2(d)に示すような形状のリッジ・パターン27が作製できた。硬化後の屈折率は波長0.85 μm で1.535であった。その後、このリッジ・パターンに光硬化時の屈折率が波長0.85 μm で1.52になるように調整されたエポキシ樹脂をさらに塗布して硬化させ、光導波路を作製した(図2(e)参照)。

【0054】このような操作によって、屈折率1.52のエポキシ樹脂からなるクラッド28と、1.535の屈折率のコア径が長手方向に沿って52 μm から60 μm まで連続的に変化したコア27とを有するマルチモードチャンネル光導波路29が得られた。

【0055】このマルチモードチャンネル光導波路をダイシングソーによって一辺が5 cmの長さとなるように切り出し、さらに径50 μm と径62.5 μm のGIファイバを用いて挿入損失を測定したところ、波長0.85 μm で1 dB以下、1.3 μm で1.5 dB以下、波長1.55 μm で3.0 dB以下であった。その時の光ファイバとの結合損失は0.1 dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1 dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75°C/90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。

【0056】<実施例3>光導波路を形成するのに用いられる樹脂の組成を変えた以外は、実施例2と同様の方法でもって光導波路パターンの形成を行った。

【0057】この実施例では、以下の構造式(7)で表される液状シリコンエポキシオリゴマーと光重合

through mask 25 which possesses optical waveguide pattern 25a of multiple which consists of pattern which corresponds to ridge ultraviolet light (UV light) 26 was irradiated on platform 22 (Figure 2 (c)). In this case as for width of each optical waveguide pattern 25a which was formed to the mask 25 one end which parallels to longitudinal direction being 52 μm , the other end has become 60 μm . Therefore, as for width of each optical waveguide pattern 25a, it has changed in continuous with change of depth alongside longitudinal direction. irradiation dose of above-mentioned UV light 26 made 2000 mJ/cm^2 in uniform vis-a-vis optical waveguide pattern 25a.

[0053] After irradiating UV light, sample was developed making use of the isopropanol solution. As a result, only photoirradiated part epoxy oligomer of liquid could harden in accordance with optical waveguide pattern 25a of mask 25, could produce ridge * pattern 27 of the kind of shape which is shown in Figure 2 (d). index of refraction after hardening was 1.535 with wavelength 0.85 μm . after that, index of refraction at time of photocuring being the wavelength 0.85 μm in this ridge * pattern, in order to become 1.52, furthermore the coating fabric doing epoxy resin which was adjusted, hardening, it produced optical waveguide (Figure 2 (e) reference).

[0054] With this kind of operation, core diameter of index of refraction of cladding 28 and the 1.535 which consist of epoxy resin of index of refraction 1.52 multiple modes channel optical waveguide 29 which possesses core 27 which changes in continuous acquired from 52 μm to 60 μm alongside longitudinal direction.

[0055] This multiple modes channel optical waveguide was cut in order for one edge to become length of the 5 cm with dicing saw, when insertion loss was measured furthermore making use of GI fiber of diameter 50 μm and diameter 62.5 μm , with the wavelength 0.85 μm with 1 dB or less and 1.3 μm it was a 3.0 dB or less with 1.5 dB or less and wavelength 1.55 μm . bonding loss of optical fiber of that time was 0.1 dB or less. In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75 °C/90 %RH.

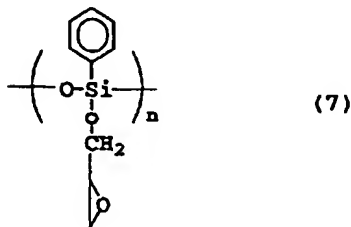
[0056] <Working Example 3> Other than changing composition of resin which is used in order to form optical waveguide, having with method which is similar to Working Example 2 it formed optical waveguide pattern.

[0057] With this Working Example, channel waveguide for multiple modes was produced making use of the

開始剤 2 重量を調整した溶液を用い、マルチモード用のチャンネル導波路を作製した。

【0058】

【化 24】



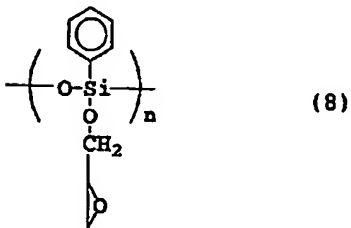
【0059】この光導波路をダイシングソーによって 5 cm の長さに切り出し、径 50 μm と径 62.5 μm の GI ファイバを用いて挿入損失を測定したところ、1.3 μm で 1.0 dB 以下、波長 1.55 μm で 1.5 dB 以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長 1.3 μm でも波長 1.55 μm でも 0.1 dB 以下であった。その時のファイバとの結合損失は 0.1 dB 以下であった。さらに、この光導波路の損失は 75°C/90%RH の条件下においても 1 箇月以上変動しなかった。

【0060】<実施例 4> 光導波路を形成するのに用いられる樹脂の組成を変えた以外は、実施例 2 と同様の方法でもって光導波路パターンを形成を行った。

【0061】この実施例では、以下の構造式 (8) で表される液状シリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤 2 重量を調整した溶液を用い、マルチモード用のチャンネル導波路を作製した。

【0062】

【化 25】



【0063】この光導波路をダイシングソーによって 5 cm の長さに切り出し、径 50 μm と径 62.5 μm の GI ファイバを用いて挿入損失を測定したところ

solution which adjusted liquid state silicone epoxy oligomer and photoinitiator double quantity which are displayed with structural formula (7) below.

[0058]

[Chemical Formula 24]

[0059] This optical waveguide with dicing saw was cut in length of 5 cm, when the insertion loss was measured making use of GI fiber of diameter 50 μm and the diameter 62.5 μm , with 1.3 μm it was 1.5 dB or less with 1.0 dB or less and the wavelength 1.55 μm . In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . bonding loss of fiber of that time was 0.1 dB or less. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75°C/90%RH.

[0060] <Working Example 4> Other than changing composition of resin which is used in order to form optical waveguide, having with method which is similar to Working Example 2 it formed optical waveguide pattern.

[0061] With this Working Example, channel waveguide for multiple modes was produced making use of the solution which adjusted liquid state silicone epoxy oligomer and photoinitiator double quantity which are displayed with structural formula (8) below.

[0062]

[Chemical Formula 25]

[0063] This optical waveguide with dicing saw was cut in length of 5 cm, when the insertion loss was measured making use of GI fiber of diameter 50 μm and the

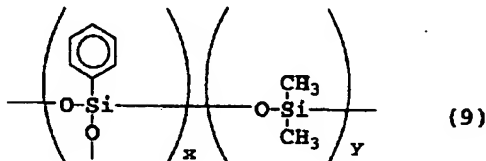
、1.3 μm で1.0 dB以下、波長1.55 μm で1.5 dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1 dB以下であった。その時のファイバとの結合損失は0.1 dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75°C/90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。

【0064】<実施例5>光導波路を形成するのに用いられる樹脂の組成を変えた以外は、実施例2と同様の方法でもって光導波路パターンを形成を行った。

【0065】下記構造式(9)で表される液状シリコンオリゴマーと光重合開始剤2重量を調整した溶液を用い、マルチモード用のチャンネル導波路を作製した。

【0066】

【化26】



【0067】(式中X:Y=7:5)

この光導波路をダイシングソーによって5 cmの長さで切り出し、径50 μm と径62.5 μm のGIファイバを用いて挿入損失を測定したところ、1.3 μm で0.1 dB以下、波長1.55 μm で1.5 dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1 dB以下であった。その時のファイバとの結合損失は0.1 dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75°C/90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。

【0068】<実施例6>光導波路を形成するのに用いられる樹脂の組成を変えた以外は、実施例2と同様の方法でもって光導波路パターンを形成を行った。

【0069】すなわち、下記構造式(10)で表される液状シリコンビニルエーテルオリゴマーと光重合開始剤2重量を調整した溶液を用いた。

diameter 62.5 μm , with 1.3 μm it was a 1.5 dB or less with 1.0 dB or less and the wavelength 1.55 μm . In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . bonding loss of fiber of that time was 0.1 dB or less. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75°C/90%RH.

[0064] <Working Example 5> Other than changing composition of resin which is used in order to form optical waveguide, having with method which is similar to Working Example 2 it formed optical waveguide pattern.

[0065] Channel waveguide for multiple modes was produced making use of solution which adjusted liquid state silicone oligomer and photoinitiator double quantity which are displayed with the below-mentioned structural formula (9).

[0066]

[Chemical Formula 26]

[0067] (X: in Formula Y=7:5)

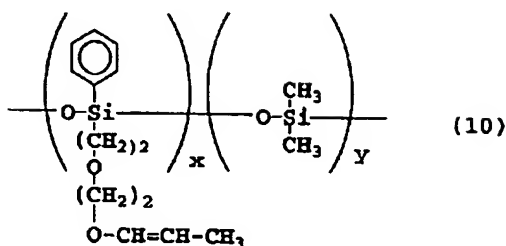
This optical waveguide with dicing saw was cut in length of 5 cm, when the insertion loss was measured making use of GI fiber of diameter 50 μm and the diameter 62.5 μm , with 1.3 μm it was a 1.5 dB or less with 1.0 dB or less and the wavelength 1.55 μm . In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . bonding loss of fiber of that time was 0.1 dB or less. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75°C/90%RH.

[0068] <Working Example 6> Other than changing composition of resin which is used in order to form optical waveguide, having with method which is similar to Working Example 2 it formed optical waveguide pattern.

[0069] Solution which adjusted liquid state silicone vinyl ether oligomer and photoinitiator double quantity which are displayed with namely, below-mentioned structural formula (10) was used.

[0070]

[化27]



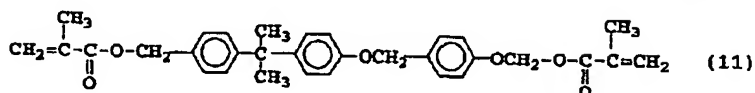
【0071】得られた光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、径50 μm と径62.5 μm のG1ファイバを用いて挿入損失を測定したところ、1.3 μm で1.0dB以下、波長1.55 μm で1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1dB以下であった。その時のファイバとの結合損失は0.1dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75 $^{\circ}\text{C}$ /90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。

【0072】<実施例7>光導波路を形成するのに用いられる樹脂の組成を変えた以外は、実施例2と同様の方法でもって光導波路パターンの形成を行った。

【0073】この実施例では、以下に示した構造式(11)を有する液状のアクリルオリゴマーと光重合開始剤2重量を調整した溶液を準備した。

[0074]

[化28]



【0075】作製したマルチモード用光導波路をダイシングソーによって5cmの長さに切り出し、径50 μm と径62.5 μm のG1ファイバを用いて挿入損失を測定したところ、1.3 μm で1.0dB以下、波長1.55 μm で1.5dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1dB以下であった。その時のファイバとの結合損失は0.1dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75 $^{\circ}\text{C}$ /90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。

[0070]

[Chemical Formula 27]

[0071] Optical waveguide which it acquires with dicing saw was cut in length of the 5 cm, when insertion loss was measured making use of G1 fiber of the diameter 50 μm and diameter 62.5 μm , with 1.3 μm it was a 1.5 dB or less with 1.0 dB or less and wavelength 1.55 μm . In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . bonding loss of fiber of that time was 0.1 dB or less. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75 $^{\circ}\text{C}$ /90 %RH.

[0072] <Working Example 7> Other than changing composition of resin which is used in order to form optical waveguide, having with method which is similar to Working Example 2 it formed optical waveguide pattern.

[0073] With this Working Example, acrylic oligomer of liquid state which possesses structural formula (11) which is shown below and solution which adjusted photoinitiator double quantity were prepared.

[0074]

[Chemical Formula 28]

[0075] Optical waveguide for multiple modes which it produces with dicing saw was cut in the length of 5 cm, when insertion loss was measured making use of the G1 fiber of diameter 50 μm and diameter 62.5 μm , with 1.3 μm it was a 1.5 dB or less with 1.0 dB or less and wavelength 1.55 μm . In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . As for bonding loss of fiber of that time it is with 0.1 dB or less. Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75 $^{\circ}\text{C}$ /90 %RH.

【0076】<実施例8>実施例2で用いた液状のシリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤2重量%とから調製された溶液を用い、図2に示す工程に沿ってマルチチャンネル光導波路を作製して送受信デバイスをインターコネクトした。

【0077】まず、図2(a)に示すように、基板22b上に厚さが100 μ mで、かつ液貯め21が形成されたエポキシ樹脂22aからなるプラットフォーム22を設けた。このエポキシ樹脂の屈折率は波長0.85 μ mで1.52であった。また、液貯め21は、寸法が幅50mm×長さ50mmであり、またその深さは一端から他端に向けて連続的に変化するものとした(すなわち、一端側を48 μ mとし、他端側を4 μ mとする)。また、この深さの勾配が形成される方向に沿って、上記液貯め21の両側に位置するプラットフォーム22a上にV字状または矩形状の溝部22cを形成し、該溝部22cにレーザ光源(発振波長0.85 μ m)23および受光器24を液貯め21を挟んで互いに対向するようにして配置する。ここで、レーザ光源23の発光面積は2×5 μ m、受光器24の受光面積は50 μ m径である。

【0078】つぎに、液貯め11に実施例1で調製したものと同一組成の溶液10を注入した(図2(a)参照)。

【0079】溶液10の注入後、図2(b)に示すように、リッジに対応するパターンからなる複数の光導波路パターン25aを有するマスク25を介して紫外線(UV光)26をプラットフォーム22上に照射した(図2(c))。この際マスク25に形成された各光導波路パターン25aの幅は長手方向に沿った一端部が48 μ mであり、他端部が4 μ mとなっている。したがって、各光導波路パターン25aの幅は、深さの変化とともに長手方向に沿って連続的に変化している。上記UV光26の照射量は、光導波路パターン25aに対して均一に2000mJ/cm²とした。

【0080】UV光の照射後、試料をイソプロパノール溶液を用いて現像した。その結果、マスク25の光導波路パターン25aに従い、光照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図2(d)に示すような形状のリッジ・パターン27が作製できた。硬化後の屈折率は波長0.85 μ mで1.52であった。その後、このリッジ・パターンに光硬化時の屈折率が波長0.85 μ mで1.52になるように調整されたエポキシ樹脂をさらに塗布して硬化させ、マルチモードチ

[0076] <Working Example 8> Producing multi channel optical waveguide alongside step which is shown in Figure 2, making use of solution which is manufactured from silicone epoxy oligomer and the photoinitiator 2 wt% of liquid state which is used with Working Example 2, interconnect it did the transmission and reception device.

[0077] First, as shown in Figure 2(a), thickness being 100 μ m on substrate 22b, the platform 22 which consists of epoxy resin 22a where at same time liquid accumulating 21 was formed was provided. index of refraction of this epoxy resin was 1.52 with wavelength 0.85 μ m. In addition, as for liquid accumulating 21, dimension being the width 50 mm X length 50 mm, in addition as for depth (namely, one side is designated as 48 μ m, other side is designated as the 4 μ m.) change in continuous from one end destined for other end. It forms groove 22c of V-shape or rectangle on platform 22a which is position of both sides of above-mentioned liquid accumulating 21 alongside direction where gradient of this depth is formed, the laser light source (excitation wavelength 0.85 μ m) 23 and light receiver 24 puts between liquid accumulating 21 in the said groove 22c and in order to oppose mutually, it arranges in addition. Here, as for light-emitting surface area of laser light source 23 as for light-receiving surface of 2 X 5 μ m and the light receiver 24 it is a 50 μ m diameter.

[0078] Next, solution 10 of thing and same composition which in liquid accumulating 11 are manufactured with Working Example 1 was filled (Figure 2(a) reference).

[0079] As after filling solution 10, shown in Figure 2(b), through mask 25 which possesses optical waveguide pattern 25a of multiple which consists of pattern which corresponds to ridge ultraviolet light (UV light) 26 was irradiated on platform 22 (Figure 2(c)). In this case as for width of each optical waveguide pattern 25a which was formed to the mask 25 one end which parallels to longitudinal direction being 48 μ m, the other end has become 4 μ m. Therefore, as for width of each optical waveguide pattern 25a, it has changed in continuous with change of depth alongside longitudinal direction. irradiation dose of above-mentioned UV light 26 made 2000 mJ/cm² in uniform vis-a-vis optical waveguide pattern 25a.

[0080] After irradiating UV light, sample was developed making use of the isopropanol solution. As a result, only photoirradiated part epoxy oligomer of liquid could harden in accordance with optical waveguide pattern 25a of mask 25, could produce ridge * pattern 27 of the kind of shape which is shown in Figure 2(d). index of refraction after hardening was 1.52 with wavelength 0.85 μ m. after that, index of refraction at time of photocuring being the wavelength 0.85 μ m in this ridge

チャンネル光導波路 29 を作製した (図 2 (e) 参照)。

【0081】このような操作によって、屈折率 1.52 のエポキシ樹脂からなるクラッド 28 と、1.535 の屈折率のコア径が長手方向に沿って 48 μm から 2 μm まで連続的に変化したコア 27 とを有するマルチモードチャンネル光導波路 29 を持つ光導波路素子 200 が得られた (図 2 (f) 参照)。

【0082】このマルチモードチャンネル光導波路素子 200 で光送受信デバイスをインターコネクして光を導入したところ、送信側の結合損失が 0.3 dB、受信側の結合損失が 0.1 dB 程度であった。

【0083】<実施例 9> 実施例 3 で用いた液状のシリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤 2 重量% から調製された溶液を用いた以外は実施例 8 と同様にして、図 2 に示す工程に沿ってマルチチャンネル光導波路を作製して送受信デバイスをインターコネクした。

【0084】このようにして得られたマルチチャンネル光導波路を用いて光送受信デバイスをインターコネクした導波路素子 200 が作製できた (図 2 (e))。この光導波路に 22 より光を導入したところ、結合損失 0.3 dB、受光側の結合損失が 0.1 dB 程度であった。

【0085】<実施例 10> 実施例 4 で用いた液状のシリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤 2 重量% から調製された溶液を用いた以外は実施例 8 と同様にして、図 2 に示す工程に沿ってマルチチャンネル光導波路を作製して送受信デバイスをインターコネクした。

【0086】このようにして得られたマルチチャンネル光導波路を用いて光送受信デバイスをインターコネクした光導波路素子 200 が作製できた (図 2 (f))。この光導波路に 22 より光を導入したところ、結合損失 0.3 dB、受光側の結合損失が 0.1 dB 程度であった。

【0087】<実施例 11> 実施例 5 で用いた液状のシリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤 2 重量% から調製された溶液を用いた以外は実施例 8 と同様にして、図 2 に示す工程に沿ってマルチチャンネル光導波路を作製して送受信デバイスをインターコネクした。

* pattern, in order to become 1.52, furthermore the coating fabric doing epoxy resin which was adjusted, hardening, it produced multiple modes channel optical waveguide 29 (Figure 2 (e) reference).

[0081] With this kind of operation, core diameter of index of refraction of cladding 28 and the 1.535 which consist of epoxy resin of index of refraction 1.52 optical waveguide element 200 which has the multiple modes channel optical waveguide 29 which possesses core 27 which changes in continuous acquired from 48 μm to 2 μm alongside longitudinal direction (Figure 2 (f) reference).

[0082] Interconnect doing optical transmission and reception device with this multiple modes channel optical waveguide element 200, when it introduces light, bonding loss of transmitting side bonding loss of 0.3 dB and called side was the 0.1 dB extent.

[0083] <Working Example 9> Other than using solution which is manufactured from silicone epoxy oligomer and the photoinitiator 2 wt% of liquid state which is used with Working Example 3 producing the multi channel optical waveguide with as similar to Working Example 8, is shown in Figure 2 alongside the step which, interconnect it did transmission and reception device.

[0084] Interconnect is done waveguide element 200 which could produce optical transmission and reception device making use of multi channel optical waveguide which it acquires in this way (Figure 2 (e)). In this optical waveguide from 22 when light is introduced, bonding loss of the bonding loss 0.3 dB and incident light side was 0.1 dB extent.

[0085] <Working Example 10> Other than using solution which is manufactured from silicone epoxy oligomer and the photoinitiator 2 wt% of liquid state which is used with Working Example 4 producing the multi channel optical waveguide with as similar to Working Example 8, is shown in Figure 2 alongside the step which, interconnect it did transmission and reception device.

[0086] Interconnect is done optical waveguide element 200 which could produce optical transmission and reception device making use of multi channel optical waveguide which it acquires in this way (Figure 2 (f)). In this optical waveguide from 22 when light is introduced, bonding loss of the bonding loss 0.3 dB and incident light side was 0.1 dB extent.

[0087] <Working Example 11> Other than using solution which is manufactured from silicone epoxy oligomer and the photoinitiator 2 wt% of liquid state which is used with Working Example 5 producing the multi channel optical waveguide with as similar to Working Example 8, is shown in Figure 2 alongside the step which, interconnect it did transmission and reception device.

【0088】このようにして得られたマルチチャンネル光導波路を用いて光送受信デバイスをインターコネクトした光導波路素子200が作製できた(図2(f))。この光導波路に22より光を導入したところ、結合損失0.3 dB、受光側の結合損失が0.1 dB程度であった。

【0089】<実施例12>実施例6で用いた液状のシリコンエポキシオリゴマーと光重合開始剤2重量%とから調製された溶液を用いた以外は実施例8と同様にして、図2に示す工程に沿ってマルチチャンネル光導波路を作製して送受信デバイスをインターコネクトした。

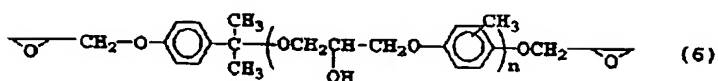
【0090】このようにして得られたマルチチャンネル光導波路を用いて光送受信デバイスをインターコネクトした光導波路素子200が作製できた(図2(f))。この光導波路に22より光を導入したところ、結合損失0.3 dB、受光側の結合損失が0.1 dB程度であった。

【0091】<実施例13>口径変換用高分子光導波路パターンを以下のようにして形成した。

【0092】まずはじめに、実施例1と同様の構造式(6)を有する液状のエポキシオリゴマーと光重合開始剤2重量%を調整した溶液30を準備した。

【0093】

【化29】



【0094】つぎに、図3(a)に示すように、深さ200 μm×300 μm×幅50 mm×長さ50 mmの液貯め31を有する厚さ500 μmのエポキシ樹脂32aが基板32b上に形成されたプラットフォーム32を用意した。また、深さの勾配が形成される方向に沿って、液貯め31の両側にV字状または矩形の溝部22cを形成し、該溝部32cにポリマクラッド・ファイバ39およびLED301をそれぞれ配置する。このエポキシ樹脂12aの屈折率は波長0.85 μmで1.52であった。つづいて、プラットフォーム32の液貯め31に上記溶液30を注入した。

【0095】溶液10の注入後、図3(b)に示すように、リッジに対応するパターンからなる複数の光導

[0088] Interconnect is done optical waveguide element 200 which could produce optical transmission and reception device making use of multi channel optical waveguide which it acquires in this way (Figure 2 (f)). In this optical waveguide from 22 when light is introduced, bonding loss of the bonding loss 0.3 dB and incident light side was 0.1 dB extent.

[0089] <Working Example 12> Other than using solution which is manufactured from silicone epoxy oligomer and the photoinitiator 2 wt% of liquid state which is used with Working Example 6 producing the multi channel optical waveguide with as similar to Working Example 8, is shown in Figure 2 alongside the step which, interconnect it did transmission and reception device.

[0090] Interconnect is done optical waveguide element 200 which could produce optical transmission and reception device making use of multi channel optical waveguide which it acquires in this way (Figure 2 (f)). In this optical waveguide from 22 when light is introduced, bonding loss of the bonding loss 0.3 dB and incident light side was 0.1 dB extent.

[0091] <Working Example 13> It formed polymer optical waveguide pattern for aperture conversion like below.

[0092] First in beginning, epoxy oligomer of liquid state which possesses structural formula (6) which is similar to Working Example 1 and solution 30 which adjusted photoinitiator 2 wt% were prepared.

[0093]

[Chemical Formula 29]

[0094] As next, shown in Figure 3 (a), platform 32 where epoxy resin 32a of thickness 500 μm which possesses liquid accumulating 31 of depth 200 μm - 300 μm X width 50 mm X length 50 mm was formed on substrate 32b was prepared. In addition, groove 22c of V-shape or rectangle is formed in the both sides of liquid accumulating 31 alongside direction where the gradient of depth is formed, polymer cladding * fiber 39 and LED 301 are arranged respectively in said groove 32c. index of refraction of this epoxy resin 12a was 1.52 with wavelength 0.85 μm. Continuing, it filled above-mentioned solution 30 to liquid accumulating 31 of platform 32.

[0095] As after filling solution 10, shown in Figure 3 (b), through mask 33 which possesses optical waveguide

波路パターン33aを有するマスク33を介して紫外線(UV光)34をプラットフォーム32上に照射した(図3(c))。この際マスク33に形成された各光導波路パターン33aの幅は長手方向に沿った一端部が200 μm であり、他端部が300 μm となっている。したがって、各光導波路パターン33aの幅は長手方向に沿って連続的に変化している。上記UV光34の照射量も各光導波路パターン33aの幅の変化に応じて、上記一端部に対する1700 mJ/cm^2 から上記他端部に対する2000 mJ/cm^2 まで連続的に変化させた。

【0096】UV光の照射後、試料をイソプロパノール溶液を用いて現像した。その結果、マスク33の光導波路パターン33aに従い、光照射部のみ液状のエポキシオリゴマーが硬化し、図3(d)に示すような形状のリッジ・パターン35が作製できた。硬化後の屈折率は波長0.85 μm で1.54であった。その後、このリッジ・パターンに光硬化時の屈折率が波長0.85 μm で1.51になるように調整されたエポキシ樹脂をさらに塗布して硬化させ、光導波路を作製した。

【0097】このような操作によって、屈折率1.51のエポキシ樹脂からなるクラッド36と、1.54の屈折率のコアの幅が長手方向に沿って200 μm から300 μm まで連続的に変化したコア37とを有するマルチモードチャンネル光導波路38が得られた(図3(e)参照)。

【0098】このマルチモードチャンネル光導波路38をダイシングソーによって一辺が5cmの長さとなるように切り出し、さらに内径200 μm で、かつ外径230 μm のポリマグラッド・ファイバ39を用いて挿入損失を測定したところ、波長0.85 μm で1dB以下、0.633 μm で1dB以下、波長1.3 μm で3.0dB以下であった。その時のファイバとの結合損失は0.1dB以下であった。また、挿入損失の偏波依存性は波長1.3 μm でも波長1.55 μm でも0.1dB以下であった。さらに、この光導波路の損失は75°C/90%RHの条件下においても1箇月以上変動しなかった。さらに、図3(f)に示すように、このマルチモードチャンネル光導波路38の参照符号300で示すコア径300 μm 側にLED(発光面積250 μm 、発振波長0.66 μm)301を装着し、光結合を行った。その結果、LEDおよび光導波路の結合損失は1dB程度の良好な値であった。

pattern 33a of plural which consists of pattern which corresponds to ridge ultraviolet light (UV light) 34 was irradiated on platform 32 (Figure 3 (c)). In this case as for width of each optical waveguide pattern 33a which was formed to the mask 33 one end which parallels to longitudinal direction being 200 μm , the other end has become 300 μm . Therefore, as for width of each optical waveguide pattern 33a it has changed in continuous alongside longitudinal direction. irradiation dose of above-mentioned UV light 34 according to change of the width of each optical waveguide pattern 33a, to 2000 mJ/cm^2 from 1700 mJ/cm^2 for the above-mentioned one end for above-mentioned other end it changed in the continuous.

[0096] After irradiating UV light, sample was developed making use of the isopropanol solution. As a result, only photoirradiated part epoxy oligomer of liquid could harden in accordance with optical waveguide pattern 33a of mask 33, could produce ridge * pattern 35 of the kind of shape which is shown in Figure 3 (d). index of refraction after hardening was 1.54 with wavelength 0.85 μm . after that, index of refraction at time of photocuring being the wavelength 0.85 μm in this ridge * pattern, in order to become 1.51, furthermore the coating fabric doing epoxy resin which was adjusted, hardening, it produced optical waveguide.

[0097] With this kind of operation, width of core of index of refraction of the cladding 36 and 1.54 which consist of epoxy resin of index of refraction 1.51 the multiple modes channel optical waveguide 38 which possesses core 37 which changes in continuous acquired from 200 μm to 300 μm alongside longitudinal direction (Figure 3 (e) reference).

[0098] This multiple modes channel optical waveguide 38 was cut in order for one edge to become length of the 5 cm with dicing saw, furthermore with internal diameter 200 μm , when insertion loss was measured at same time making use of polymer wobble * fiber 39 of the outer diameter 230 μm , with wavelength 0.85 μm with 1 dB or less and 0.633 μm it was a 3.0 dB or less with the 1 dB or less and wavelength 1.3 μm . bonding loss of fiber of that time was 0.1 dB or less. In addition, polarization dependency of insertion loss with wavelength 1.3 μm and was 0.1 dB or less with wavelength 1.55 μm . Furthermore, loss of this optical waveguide 1 above month did not fluctuate in under condition of 75 °C/90 %RH. Furthermore, as shown in Figure 3 (f), LED (light-emitting surface area 250 μm and excitation wavelength 0.66 μm) 301 was mounted on the core diameter 300 μm side which is shown with reference number 300 of this multiple modes channel optical waveguide 38, optical coupling was done. As a result, bonding loss of LED and optical waveguide was satisfactory value of the 1 dB extent.

【0099】以上の実施例１～１３にもとづく口径変換用高分子光導波路パターン形成方法によれば、該実施例１～１３に用いられる上記感光性材料は簡易なパターン形成能を持ち、また耐熱性および耐湿性に優れ、複屈折が小さいので、光部品との接続を容易に行うことを可能とする。

【0100】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にもとづく口径変換用高分子光導波路パターン形成方法によれば、光通信、光情報処理システムにおいて部品間の接続を簡便とする口径変換用高分子光導波路部品を量産、低廉価することが容易となる。さらに、本発明を用いれば、接続の際重要となる光ビームの口径変換が実現可能となるため、一般光学や微小光学分野、光通信や光情報処理の分野で用いられる種々の光導波路、光集積回路または光配線板等に口径変換機能を容易に組み込むことが可能となる。

【図面の簡単な説明】：

【図１】本発明にもとづく口径変換用高分子光導波路パターン形成方法を説明するためのもので、（a）ないし（f）は各工程を示す模式図である。

【図２】本発明にもとづく口径変換用高分子光導波路パターン形成方法を説明するためのもので、（a）ないし（f）は各工程を示す模式図である。

【図３】本発明にもとづく口径変換用高分子光導波路パターン形成方法を説明するためのもので、（a）ないし（f）は各工程を示す模式図である。

【符号の説明】

- 10 溶液
- 11 液貯め
- 12 プラットフォーム
- 13 マスク
- 14 UV光

[0099] According to polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on the Working Example 1 to 13 above, above-mentioned photosensitive material which is used for said Working Example 1 to 13 in addition to be superior in heat resistance and moisture resistance with simple pattern-forming ability, because birefringence is small, you connect with optical component easily, densely it makes possible.

[0100]

[Effects of the Invention] As above explained, polymer optical waveguide part for aperture conversion which makes the connection between part simple according to polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on this invention, in optical communication and optical computing system is done mass production and low inexpensive, densely it becomes easy. Furthermore, if it uses this invention, case of connection because aperture conversion of light beam which becomes important becomes therealizable, general optics and minute optics field, various optical waveguide, aperture conversion function is installed easily in optical integrated circuit or optical circuitry sheet etc which, is used with the field of optical communication and optical computing densely it becomes possible.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] With those in order to explain polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on this invention, (a) to (f) is schematic diagram which shows each step.

[Figure 2] With those in order to explain polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on this invention, (a) to (f) is schematic diagram which shows each step.

[Figure 3] With those in order to explain polymer optical waveguide pattern formation method for aperture conversion which is based on this invention, (a) to (f) is schematic diagram which shows each step.

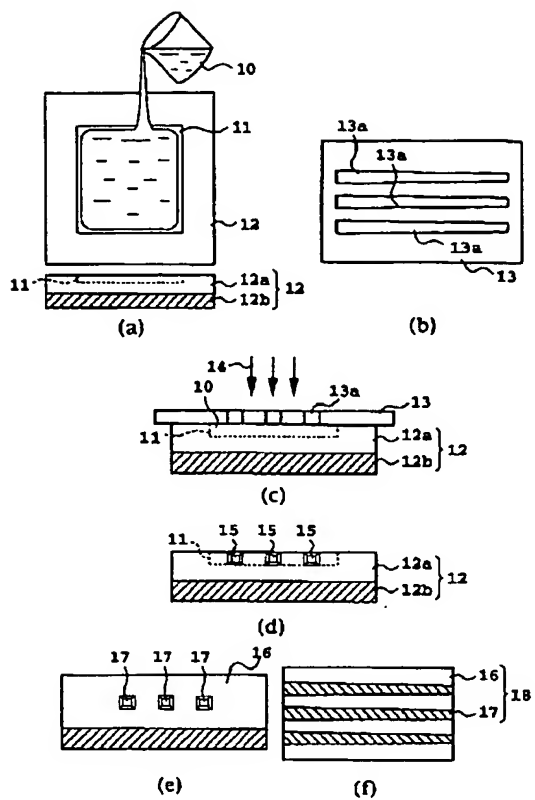
[Explanation of Reference Signs in Drawings]

- 10 solution
- 11 liquid to accumulate
- 12 platform
- 13 mask
- 14 UV light

15	リッジ・パターン	15	ridge * pattern
16	クラッド	16	cladding
17	コア	17	core
18	マルチモード用チャンネル光導波路	18	Channel optical waveguide for multiple modes
20	溶液	20	solution
21	液貯め	21	liquid to accumulate
22	溝	22	groove
23	光ファイバ (または半導体レーザ光源)	23	optical fiber (Or semiconductor laser light source)
24	光ファイバ (または受光器)	24	optical fiber (Or light receiver)
25	マスク	25	mask
26	UV光	26	UV light
27	リッジ・パターン	27	ridge * pattern
28	クラッド	28	cladding
29	マルチモードチャンネル光導波路	29	multiple modes channel optical waveguide
30	溶液	30	solution
31	液貯め	31	liquid to accumulate
32	プラットフォーム	32	platform
33	マスク	33	mask
34	UV光	34	UV light
35	リッジ・パターン	35	ridge * pattern
36	クラッド	36	cladding
37	コア	37	core
38	マルチモードチャンネル光導波路	38	multiple modes channel optical waveguide
39	ポリマクラッド・ファイバ	39	polymer cladding * fiber
200	光導波路素子	200	optical waveguide element
300	コア径300 μ m側	300	core diameter 300 μ m side
301	LED	301	LED

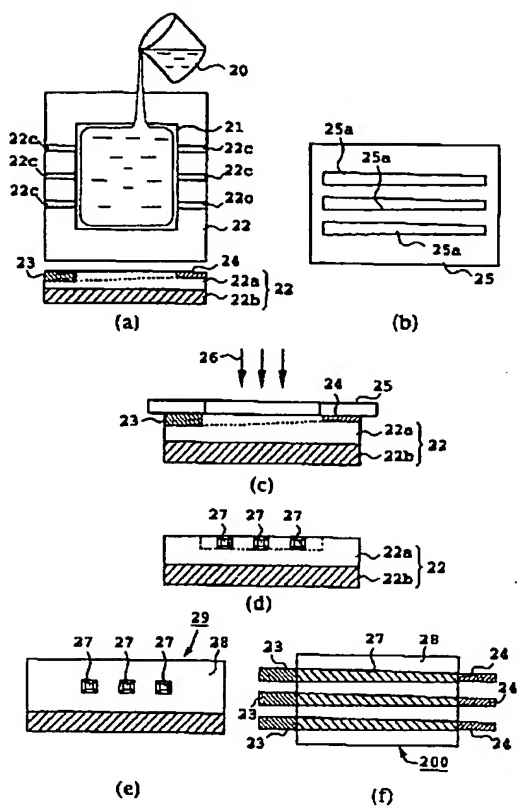
【図 1】

[Figure 1]



【図 2】

[Figure 2]



【図 3】

[Figure 3]

